Laser2D

2D Werkstoffe und laserbasierte Oberflächenverfahren zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Mobilitätsanwendungen

Programm / Ausschreibung	IEA, IEA Ausschreibung 2023 - KLIEN	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2023	**Projektende**	31.05.2025
Zeitraum	2023 - 2025	**Projektlaufzeit**	18 Monate
Keywords	2D Materialien; Lasertexturierung; Reibung; Verschleiß		

Projektbeschreibung

Die Schmierung von Maschinenelementen zur Gewährleistung der Einsatzfähigkeit von Anlagen und damit der Vermeidung von Wartungskosten ist auch im Zeitalter der Digitalisierung und der E-Mobilität ein zentrales und hoch relevantes Thema weltweit. Nach Schätzungen von Holmberg und Erdemir sind ca. 23 % des gesamten weltweiten Energieverbrauchs auf Reibung und Verschleiß zurückzuführen. Davon entfallen ungefähr 20 % auf die Überwindung von Reibung und 3 % auf die Wartung/Reparatur verschleißbedingter Schäden (Holmberg, K., & Erdemir, A. (2017). Influence of tribology on global energy consumption, costs and emissions. Friction, 5(3), 263-284)
Wie werden Maschinenelemente heutzutage geschmiert? Öl- und Fettreibung sind die gängigen Methoden, wie Reibkontakte vor exzessiver Reibung und in der Folge vor Verschleiß geschützt werden können. Die Metallerzeugung und Bearbeitung z. B. für Mobilitätsanwendungen stellt in Österreich einen der wichtigsten Branchen der österreichischen Wirtschaft dar und die Kosten infolge von Reibung und Verschleiß sind als signifikant und in mehrstelliger Millionenhöhe pro Jahr anzusehen. Als Beispiele seien Koksschütten in Kokereien im Umfeld der Stahlerzeugung zu nennen, auf denen täglich mehrere Tonnen Koks bei hohen Temperaturen (ca. 850 °C) und unter reduzierender Atmosphäre die eingesetzten Werkstoffe stark verschleißen und somit Wartungsarbeiten und damit verbundene Stillstandszeiten erfordern aber auch Lager in Walzgerüsten oder in sehr energieintensiven Umformverfahren wie dem Tiefziehen von Blechen für die Automobil sowie Luft- und Raumfahrtindustrie. Reibung spielt hier eine entscheidende Rolle für Blechqualitäten und diese beeinflusst natürlich in hohem Maße die Lebensdauer der Tiefziehwerkzeuge. Flüssige Schmierstoffe sind hierbei oft umweltgefährdend, brennbar und müssen am Ende des Tiefziehprozesses aufwendig mit organischen Lösemitteln entfernt werden. Dort könnten neue Schmierungskonzepte mit Hilfelaserstrukturierter Oberflächen in Kombination mit neuartigen 2D-Festschmierstoffen Energie und somit Kosten signifikant senken. Abseits der Metallverarbeitung gibt es jedoch auch im Transportwesen einen großen Bedarf an neuartigen tribologischen Konzepten. Gerade im Bereich Aviation bei Helikoptern sind Steuerstangen- und Heckrotorwellenlager noch immer klassisch mit Fett geschmiert. Dies hat in der jüngsten Vergangenheit zu einigen gravierenden Unfällen geführt und die Idee ist es in Zukunft, diese relevanten Lagerungen für die Manövrierbarkeit von Drehflüglern fettfrei zu gestalten und dafür innovative Festschmierstoffe zu applizieren. In der Elektromobilität sind insbesondere hochdrehende Lager mit Drehzahlen bis zu 25.000/min mit dem Ziel der Massenreduktion aber auch die Erhöhung der Bordnetzspannung auf bis zu 800 V herausfordernd im Hinblick auf Werkstoffauswahl und Werkstoffoberflächenbearbeitung. Insbesondere die Reibungsreduktion in Radlagern und damit verbunden die Langlebigkeit

und Ressourceneffizienz spielen hierbei eine entscheidende Rolle.
Das Ziel dieses Beitrags zu Task 12 innerhalb des AMT-TCP ist es, sich mit neuartigen 2D-Materialien (z. B. MXene, Graphen/Graphenoxid, Übergangsmetallcarbodichalkogenide (TMCCs)) und laserbasierten Oberflächenverfahren (Direct Laser Interference Patterning) zu beschäftigen, die maßgeblich zur Verringerung von Reibung und Verschleiß und somit zur Langlebigkeit und Ressourceneffizienz beitragen.

Abstract

The lubrication of machine elements to ensure the operational capability of equipment and thus the avoidance of maintenance costs is a central and highly relevant topic worldwide, even in the age of digitalisation and e-mobility. According to estimates by Holmberg and Erdemir, approximately 23 % of the total worldwide energy consumption is due to friction and wear. Of this, approximately 20 % is due to overcoming friction and 3 % is due to maintenance/repair of wear-related damage (Holmberg, K., & Erdemir, A. (2017). Influence of tribology on global energy consumption, costs and emissions. Friction, 5(3), 263-284)
How are machine elements lubricated nowadays? Oil and grease friction are the common methods of protecting friction contacts from excessive friction and subsequent wear. Metal production and machining, e.g. for mobility applications, is one of the most important sectors of the Austrian economy and the costs resulting from friction and wear are significant and amount to several million euros per year. Examples of this are coke chutes in coking plants in the steel production environment, where several tonnes of coke are used every day at high temperatures (approx. 850 °C) and in a reducing atmosphere, which cause severe wear to the materials used and thus require maintenance work and the associated downtimes, but also bearings in rolling stands or in very energy-intensive forming processes such as the deep drawing of sheet metal for the automotive and aerospace industries. Friction plays a decisive role here for sheet metal qualities and this naturally influences the service life of the deep-drawing tools to a great extent. Liquid lubricants are often environmentally hazardous, flammable and have to be removed with organic solvents at the end of the deep-drawing process. Here, new lubrication concepts with auxiliary laser-structured surfaces in combination with novel 2D solid lubricants could significantly reduce energy and thus costs. Apart from metal processing, however, there is also a great need for new tribological concepts in the transport sector. Particularly in the aviation sector of helicopters, control rod and tail rotor shaft bearings are still classically lubricated with grease. This has led to some serious accidents in the recent past and the idea in the future is to make these relevant bearings for the manoeuvrability of rotorcraft grease-free and to apply innovative solid lubricants for this purpose.
In electromobility, high-speed bearings with speeds of up to 25,000 rpm with the aim of mass reduction, but also the increase of the on-board power supply voltage to up to 800 V, are particularly challenging with regard to material selection and material surface processing. In particular, the reduction of friction in wheel bearings and the associated durability and resource efficiency play a decisive role here.
The aim of this contribution to Task 12 within the AMT-TCP is to address novel 2D materials (e.g. MXene, graphene/graphene oxide, transition metal carbodichalcogenides (TMCCs)) and laser-based surface processes (Direct Laser Interference Patterning) that contribute significantly to friction and wear reduction and thus to durability and resource efficiency.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Konstruktionswissenschaften und Produktentwicklung

Projektpartner

- Technische Universität Wien Institut für Materialchemie